

Solicitud de Patente N° 2347-2001

**CONTESTA INFORME PERICIAL N° 1 Y ACOMPAÑA MEMORIA DESCRIPTIVA,
FIGURAS Y PLIEGO DE REIVINDICACIONES.**

S.J.D.P.I.:

CARMEN PAZ ALVAREZ ENRIQUEZ, abogado, ambos ya individualizados en la solicitud N° 2347-2001, a UD. respetuosamente digo:

Que de acuerdo a lo señalado por la Sra. Perito en el informe N°1, las reivindicaciones 1 a 5, 11, 12 y 13 de la presente invención no poseen novedad con respecto al documento US 4 971 658 (D21). Además, la Sra. Perito menciona que las reivindicaciones 18, 62 y 66 no poseen enlace adecuado y que se deben corregir los errores tipográficos y de redacción mencionados en la memoria descriptiva.

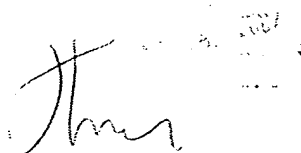
Por otra parte, la Sra. Examinadora Interna en el Informe Complementario de Oficina señala que las reivindicaciones 42 y 43 no definen claramente la invención.

Con el fin de cumplir con lo solicitado, las reivindicaciones 1, 33, 39 y 66 han sido corregidas de acuerdo con las recomendaciones de la Sra. Perito y las reivindicaciones 24 y 44 a 48 han sido eliminadas del pliego, de acuerdo con lo propuesto por la Sra. Perito.

Específicamente, el pliego de reivindicaciones ha sido corregido de modo que incluye los siguientes cambios:

La reivindicación 1 ha sido corregida de modo de incorporar la materia de la reivindicación 24, de acuerdo a la recomendación de la Sra. Perito.

La reivindicación 33 ha sido corregida de modo de incorporar el contenido de las reivindicaciones 44 y 48, de acuerdo a lo sugerido por la Sra. Perito.



solicita respetuosamente a la Sra. Perito levante su objeción y proceda a recomendar la aceptación de la solicitud de autos.

Por otra parte, y con el fin de superar las observaciones señaladas en la memoria descriptiva, vengo en acompañar nuevas páginas de la memoria, que han sido corregidas de acuerdo a lo señalado en el texto de las mismas.

Además, se acompaña copia de la figura 3 en la cual se han expresados los decimales con separación entre comas, de acuerdo a lo sugerido en el Informe Pericial.

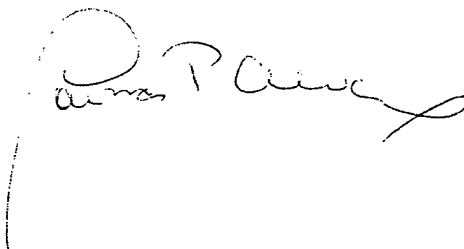
Por otra parte, con el fin de superar la observación planteada por la Sra. Examinadora Interna en el Informe Complementario de Oficina, se ha modificado la redacción de las reivindicaciones 42 y 43.

En atención a lo anterior, se considera que se han superado cada una de las observaciones mencionadas en el Informe Pericial y se espera por lo tanto, que se recomiende la aceptación de la presente solicitud y se conceda el privilegio al cual tiene derecho la presente invención.

POR TANTO,

_____ **SOLICITO A UD.** se sirva tener por contestado el Informe Pericial N° 1, y por acompañadas páginas de la memoria descriptiva, figura y pliego de reivindicaciones, a fin de que se dé término a la tramitación correspondiente y se conceda la patente solicitada.

Santiago, 22 de Enero de 2007
803.019



MEMORIA DESCRIPTIVA

Antecedentes de la Invención

Campo de la Invención

Esta invención esta relacionada con fibras de celulosa, y más particularmente con un método para reducir impurezas en las fibras de celulosa. Esta invención también describe las formulaciones, métodos de fabricación y productos finales de de compuestos de cemento reforzado con fibra de celulosa que usan fibras de celulosa de baja impureza.

Descripción del Arte Relacionado

Los productos reforzados con fibra tales como planchas de construcción, paneles, tablonés, y material para techos se han usado en la construcción de edificios durante más de cien años. Las fibras de refuerzo que se usan en dichos productos de construcción incluyen fibras de asbesto, fibras de celulosa tales como aquellas que se describen en la Patente Australiana No. 515151 y la Patente de EE.UU. No. 6.030.447, cuya totalidad se incorpora en éste mediante referencia, fibras de metal y fibras de vidrio y otras fibras naturales y sintéticas. Actualmente, la celulosa es una de las fibras preferidas que se usa en la mayoría de los materiales de construcción reforzados con fibra ya que la fibra de celulosa es un efectivo producto natural reciclable, de bajo costo, compatible con la mayoría de los procesos convencionales de fabricación de fibrocemento, incluyendo refinación y proceso de autoclave.

Sin embargo, las propiedades y características de ejecución de la mayor parte de los compuestos de cemento reforzado con fibra dependen en gran parte de la calidad de las fibras que se usan. Por ejemplo, las fibras de celulosa algunas veces contienen impurezas que afectan en forma adversa a las propiedades de compuesto del fibrocemento. En particular, los compuestos orgánicos dañinos se entrampan a veces dentro de los poros y cavidades de la pulpa de celulosa durante su procesamiento. Estos compuestos orgánicos incluyen lignina y otros componentes aromáticos, compuestos de azúcar de madera incluyendo hexosas (glucosa, manosa,

y galactosa) y pentosas (xilosa y arabinosa), derivados de azúcar de madera tales como ácidos glucónicos y ácidos manónicos, ácidos grasos, ácidos de resina, otros compuestos orgánicos de madera incluyendo extractivos y fragmentos de degradación de celulosa, hemicelulosa y lignina. Además de los compuestos orgánicos, las impurezas también pueden incluir pequeñas cantidades de compuestos inorgánicos que se encuentran oxidados. Algunas veces estas impurezas se nombran colectivamente como componentes con Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Cada componente DQO tiene un cierto grado de impacto negativo sobre las reacciones de fibrocemento, particularmente en el proceso de hidratación del cemento. El efecto colectivo de todos los Compuestos DQO liberados de la pulpa en la fabricación de compuestos de fibrocemento puede debilitar significativamente la unión entre las fibras de celulosa y otros ingredientes inorgánicos en la matriz de fibrocemento, en la que la fibra de celulosa se usa típicamente como agente de refuerzo. Algunas veces este fenómeno se llama envenenamiento del cemento. Por otra parte, la acumulación de Impurezas DQO liberadas de la pulpa pueden contaminar severamente el agua de proceso durante la fabricación de los compuestos de cemento reforzado con fibra. Estos efectos adversos asociados con las Impurezas DQO pueden finalmente traer como resultado una falla en los productos finales de fibrocemento.

Para abordar estos problemas, los procesos de fabricación de pulpa más convencionales incluyen una serie de pasos de limpieza que están diseñados para quitar productos químicos de residuo y componentes de madera degradados contenidos en la pulpa. Durante estos pasos de limpieza, la pulpa se lava típicamente en una serie de lavadoras de materia prima café, rotatorias o de presión a una temperatura de aproximadamente 55°C a 65°C para quitar los residuos químicos de la pulpa. Sin embargo, estos procesos a menudo no pueden quitar las impurezas DQO de la pulpa de celulosa debido a la retención de tiempo relativamente corto y a la eficiencia del lavado limitado. En muchos casos, una gran cantidad de sustancias DQO permanece atrapada dentro de las cavidades (lúmenes) y poros de las paredes de

células de fibra y son ejecutadas en los procesos de fabricación de fibrocemento, que pueden afectar en forma negativa las propiedades del producto final y contaminar severamente el agua de proceso.

Por lo tanto, de lo anterior, se puede apreciar que existe una necesidad de un proceso para quitar sustancialmente todas las impurezas de fibras de celulosa durante el procesamiento de pulpa. También existe una necesidad de procesar la fabricación de bajas impurezas y la alta ejecución de fibra de celulosa para compuestos de cemento reforzado con fibra. Con este propósito, existe una necesidad particular de un proceso de fabricación de una pulpa de celulosa que reduzca significativamente la cantidad de componente DQO en la pulpa y pueda ser implementado usando el equipo de fabricación convencional de pulpa.

Resumen de la Invención

En un aspecto, las modalidades preferidas de la presente invención describen un proceso para hacer fibra de alta ejecución y baja impureza para compuestos de cemento reforzado con fibra de celulosa. El proceso preferido comprende el procesamiento de las fibras en una solución acuosa para un tiempo de retención predeterminado bajo condiciones de temperatura elevada y proveyendo agitación a la solución de modo que facilite la difusión de impurezas desde los poros y lúmenes de las fibras. En una modalidad, las fibras se enjuagan y lavan en la solución contra flujo. Preferentemente, la temperatura de la solución debe ser entre aproximadamente 65°C a 120°C. Preferentemente, el tiempo de retención es entre aproximadamente 1 a 36 horas. En una modalidad, el procesamiento de las fibras comprende el enjuagado de las fibras en una serie de sistemas de lavado, preferentemente, durante aproximadamente 30 minutos a 2 horas en cada una de las series de sistemas de lavado.

En otra modalidad, el procesamiento de las fibras comprende el enjuague de las fibras en hasta seis reactores. Los reactores pueden ser torres de blanqueamiento o una serie de reactores de blanqueamiento de flujo con conector continuo. Las fibras se

pueden enjuagar en reactores de blanqueamiento seguidos por el enjuague en una lavadora de existencia blanqueada. Preferentemente, el proceso quita una gran porción de impurezas, tales como compuestos DQO, desde las pulpas. En una modalidad, el procesamiento de las fibras comprende la introducción de al menos un producto químico a la solución, en donde el producto químico reacciona con los compuestos DQO para llegar a ser más solubles en la solución acuosa. Los productos químicos se pueden seleccionar del grupo compuesto de productos químicos que comprenden oxígeno, ozono, peróxido de hidrógeno, y mezclas de éstos. Más aún, las fibras se pueden lavar en un sistema de lavadoras de materia prima café, preferentemente a una temperatura elevada mayor que 65°C, previo al procesamiento de las fibras. Preferentemente, las pulpas se mantienen a una consistencia de pulpa de aproximadamente 1% a 30%. Durante los ciclos de enjuagues prolongados, las impurezas en las pulpas se difundirán desde el interior de las paredes de la célula de la fibra mediante los gradientes de concentración. Más aún, las temperaturas elevadas también aumentan significativamente la tasa de transporte de difusión de las impurezas.

El proceso de las modalidades preferidas se puede llevar a cabo usando diferentes esquemas y sistemas de equipo tales como el sistema de blanqueamiento y lavado en la mayoría de las plantas de celulosa. Preferentemente, los sistemas de lavado se seleccionan del grupo compuesto por las lavadoras, estanques de almacenamiento, reactores, mezcladores, agitadores, bombas, centrifugas, y prensas de filtro. Los sistemas de lavado pueden incluir reactores de blanqueamiento, lavadora de existencia blanqueada, bombas transportadoras de pulpa, tornillos sin fin de dispersión/difusión de pulpa, mezcladores y agitadores de existencia, torres de almacenamiento de existencia blanqueada, y bodegas de existencia blanqueada.

El proceso descrito en éste es particularmente innovador ya que la sabiduría convencional en la industria del procesamiento de fibra realmente no enseña el uso de altas temperaturas, ciclos de enjuague extenso y agitación mecánica en la limpieza de

pulpas para las aplicaciones en el material compuesto de fibrocemento, Se cree generalmente que las temperaturas, el enjuague prolongado, y las acciones mecánicas reducirán la resistencia de fibra, tales como las resistencias de tensión, En oposición a la costumbre, las modalidades preferidas de esta invención indican que las pulpas de lavado a una temperatura elevada bajo las condiciones preferidas pueden remover efectivamente más impurezas de las pulpas de fibra sin comprometer la resistencia de la fibra y otras propiedades deseables de la fibra, Por ejemplo, los contenidos DQO en las pulpas procesadas mediante los métodos preferidos se pueden reducir en más de aproximadamente un 40%, originando un contenido de DQO de menos de aproximadamente 5 kg/ton de fibra secada al horno. La aplicación de la fibra de alta pureza con un contenido de DQO de menos de aproximadamente 5 kg/ton de pulpa en la fabricación de compuestos de cemento reforzado con fibra en realidad mejoran las propiedades mecánicas y físicas de los compuestos de fibrocemento, tales como el módulo de ruptura (MOR), módulo de elasticidad (MOE), tensión final y energía de resistencia. Más aún, el uso de las fibras de baja DQO se puede reducir en forma importante la contaminación del agua de proceso durante la fabricación de los compuestos de cemento reforzado con fibra.

Ventajosamente, el proceso de las modalidades preferidas provee un método de costo efectivo para quitar sustancialmente todas las impurezas de las fibras, tales como componentes DQO. El proceso se puede realizar usando el equipo existente disponible en la mayoría de las plantas de celulosa. Más aún, la aplicación de este proceso en la fabricación de pulpas con grado de fibrocemento puede reducir el contenido de DQO en hasta la mitad o más sin degradar las propiedades físicas y mecánicas de las fibras. El uso de la pulpa de menor DQO en la fabricación de compuestos de fibrocemento resultará en menor contaminación para el agua de proceso y reducirán el uso de agua potable.

Las modalidades preferidas de la presente invención describen también una formulación para fabricar compuestos de cemento reforzado con fibra menor DQO. Una formulación preferida de la presente invención es la siguiente:

- aproximadamente 2% a 20% de fibras de celulosa con menor DQO (o una combinación de fibras con menor DQO, fibras inorgánicas naturales; y/o fibras sintéticas);
- aproximadamente 10% a 80% de enlozantes cementosos u otros aglutinantes hidráulicos;
- aproximadamente 20% a 80% de sílice u otros áridos;
- aproximadamente 0% a 50% de modificadores de densidad de peso liviano; y
- aproximadamente 0% a 10% de aditivos.

Las modalidades preferidas de la presente invención describen un método de fabricación de un material compuesto reforzado usando fibras de menor DQO. El primer paso de este método es preparar una fibra de menor DQO reduciendo las impurezas en fibras de celulosas. Esta es preferentemente conseguida por un tratamiento de las fibras en una solución acuosa para un tiempo de reacción predeterminado, mientras se mantiene la temperatura de solución sobre aproximadamente 65°C, y agitando la solución para facilitar la difusión de impurezas de los poros y lúmenes de las fibras, El método de fabricación de fibrocemento de acuerdo con las modalidades preferentemente incluye los pasos identificados a continuación, y los siguientes pasos:

- procesamiento (fibrización, dispersión, desfibrización, etc.) de la fibra con menor DQO;
- mezcla de fibras con un enlozante cementoso y otros ingredientes para formar una mezcla de fibrocemento,
- formar la mezcla de fibrocemento en un artículo de fibrocemento de forma y tamaño pre-seleccionado; y

- curar el artículo de fibrocemento de modo que pueda formar el material de construcción compuesto reforzado con fibra.

En otro aspecto de la presente invención, se provee un procesamiento de pulpa. Este proceso comprende proveer una sustancia de fibra delignificada y convertir la sustancia de fibra pulpa de fibra. Las pulpas se lavan a temperaturas elevadas sobre aproximadamente 65°C de modo que puedan quitar una gran porción de componente DQO de las pulpas. Las pulpas se procesan en ciclos de lavado adicionales para quitar sustancialmente todas las impurezas DQO que permanecen.

Las ventajas de usar las fibras de menor DQO en la fabricación de compuestos de cemento reforzado con fibra de acuerdo con las formulaciones preferidas y procesos incluyen pero no está limitada a:

- mejoramientos en propiedades mecánicas y físicas tales como módulo de ruptura (MOR), módulo de elasticidad (MOE), tensión final y energía de resistencia;
- menor proceso de contaminación de agua debido a las impurezas disueltas de las pulpas de celulosa y menor cantidad de agua potable requerida;
- menos fibras se requieren para conseguir la misma eficiencia de refuerzo.

Estos y otros objetivos y ventajas serán evidentes de las siguientes descripciones tomadas en conjunto con los dibujos que se acompañan.

Breve Descripción de los Dibujos

La FIGURA 1 es un gráfico de flujo de un proceso preferido de fabricación de pulpas de celulosa de grado de fibrocemento en que el contenido DQO en las pulpas de celulosa se reduce sustancialmente;

La FIGURA 2 es un gráfico de flujo de un proceso preferido para fabricar compuestos de cemento reforzado con fibra incorporando las fibras de bajo DQO y alta pureza;

La FIGURA 3 ilustra la relación entre el contenido DQO en las pulpas y la resistencia de los productos finales de fibrocemento y el nivel de contaminación en el agua de proceso durante la fabricación de los de fibrocemento.

Descripción Detallada de las Modalidades Preferidas

Las modalidades preferidas de la presente invención describen la preparación y aplicación de las fibras de baja impureza en compuestos reforzados con fibras cementosas. Estas modalidades no solamente cubren el método para quitar los componentes DQO de las fibras, sino también la formulación y los métodos de fabricación de los compuestos reforzados con fibra formados de fibras con menos DQO y fibras de alta pureza, así como también propiedades de los productos finales. El tratamiento para quitar las impurezas de las pulpas también se puede implementar en conjunción con otros tratamientos de fibras tales como dimensionar las fibras para mejorar su hidrofobicidad, carga de fibras y tratamiento de biocida. Se apreciará que los aspectos de la presente invención no son aplicables solamente a la fibra de celulosa reforzada con productos cementosos, y en consecuencia, las técnicas descritas en éste se podrán aplicar a de construcción reforzados también con otras fibras en productos no cementosos.

La Figura 1 ilustra un proceso preferido 100 para fabricar grados de fibrocemento de baja impureza y pulpas de celulosa de alto rendimiento. El proceso 100 empieza con el paso 102 en el que los fibrosos tales como chips de madera se cargan en un digestor/reactor para la delignificación. Después de cargar los chips de Madera en el digestor(es), se introduce una cantidad seleccionada de uno o más productos químicos al digestor(es) en el paso 104 para facilitar las reacciones de delignificación. Dependiendo del procesamiento de pulpa, los productos químicos pueden incluir hidróxido de sodio, hidróxido de sodio con sulfato de sodio, hidróxido de sodio con sulfato de sodio más aditivo AQ, hidróxido de sodio más aditivo AQ, y dióxido de sulfuro. Preferentemente, la reacción de delignificación ocurre en el digestor(es) bajo condiciones de alta temperatura entre alrededor de 150°C a 250°C por aproximadamente 30 minutos a 5 horas. En algunas modalidades, las condiciones de proceso tales como el uso de alcali, temperatura de cocción o números de objetivo

Kappa, etc. Se pueden ajustar en el digestor para acomodar los siguientes pasos de lavado.

Como se muestra en la Figura 1, la reacción subsecuente a la delignificación, los chips de madera procesados se descargan del digestor al estanque en el paso 106, utilizando la diferenciación de alta presión dentro y fuera del digestor. Con la ayuda del chip de expansión debido a la caída de presión, los chips procesados se separan en fibras individuales conocidas como pulpa durante la descarga. La pulpa que se forma en este paso es típicamente de color café y de este modo se conoce como materia prima café.

Como se ilustra además en la Figura 1 la pulpa subsecuentemente es sometida a una serie de fases de lavado en el paso 108. Preferentemente, la pulpa se lava a contra flujo mediante una serie de lavadoras de vacío, rotatorias o presurizadas de materia prima café a una temperatura elevada para quitar una porción importante de residuos químicos y componentes de madera degradada contenidos en la pulpa. A diferencia de la pulpa convencional los ciclos de lavado que se llevan a cabo típicamente sin la aplicación de calor, el proceso de lavado preferido se lleva a cabo en temperaturas elevadas, preferentemente mayores que 65°C, más preferentemente entre 65°C y 120°C, lo que puede ser convenientemente implementado usando equipos existentes y sin causar daño substancial a las fibras. Algunos productos químicos se pueden también agregar en este paso para facilitar el lavado e incrementar la eficiencia de éste. Los productos químicos se pueden usar incluyendo oxígeno, ozono, y peróxido de hidrógeno, etc. Una mayoría de las impurezas que reside fuera de las fibras no puede ser removida mediante este paso.

Siguiendo el paso de lavado 108, el proceso 100 incluye además un proceso de lavado de difusión adicional en el paso 110 en el que la pulpa es sometida a lavados intensivos adicionales para quitar sustancialmente todas las impurezas remanentes, tales como componente DQO, que no se han quitado de las lavadoras de materia prima café. Preferentemente, la pulpa es sometida a un lavado intensivo de contra flujo a

temperaturas normales o elevadas con agitaciones mecánicas suaves. El lavado extensivo se puede llevar a cabo usando una variedad de sistemas de lavado diferentes tales como lavadoras, estanques de almacenamiento, reactores, mezcladoras, agitadoras, bombas, centrífugas, impresoras de filtro o cualquier otra combinación de estos sistemas. En una modalidad preferida, el lavado se realiza usando el equipo existente en las plantas de blanqueamiento de gran parte de las plantas de celulosa de fibrocemento. En particular, el equipo usado podrá incluir, pero no estará limitado a lo siguiente:

- reactores de blanqueamiento;
- lavadoras de existencia blanqueada;
- alimentadores de tornillo de pulpa;
- mezcladores/agitadores de existencia;
- torres de almacenaje de existencia blanqueada;
- apiladores de existencia blanqueada; y
- bombas de consistencia baja e intermedia.

Preferentemente, el agua potable calentada se introduce al sistema de lavado contra flujo para minimizar el uso de agua y maximizar la eficiencia del lavado. Más aún, el DQO que contiene agua usada de las lavadoras es preferentemente transportada para una planta de tratamiento de agua o un sistema de recuperación de productos químicos.

En una modalidad, el paso 110 comprende el enjuague de la pulpa en una serie de reactores de blanqueamiento semi continuo o flujo de conector continuo durante un tiempo prolongado a una temperatura elevada entre 65°C a 120°C durante un tiempo de retención de entre aproximadamente 30 minutos a 2 horas en cada uno de los reactores seguido por un proceso de desagüe después de cada reactor. Preferentemente, cada reactor es seguido por un sistema de lavado para quitar el agua que contiene DQO. El tiempo de retención acumulativo de la pulpa en todos los reactores no excede alrededor de 36 horas, más preferentemente entre 2 a 30 horas.

Esto permite sustancialmente que todas las DQO y otras impurezas se difunden fuera de las fibras sin comprometer la resistencia de la fibra. Más aún, la pulpa en los reactores se mantiene preferentemente con una consistencia de pulpa de aproximadamente 1% a 30%. Ventajosamente, el lavado a alta temperatura acompañado con el tiempo de retención prolongado permite que los DQO remanentes y otras impurezas se difundan desde el interior de las paredes de las células de fibra y lúmenes. Más aún, la agitación mecánica provista por los reactores de blanqueamiento también facilita la remoción de los componentes DQO y otras impurezas de la pulpa.

En otra modalidad, el paso 110 comprende el procesamiento de la pulpa a través de una lavadora de existencia blanqueada mediante uno o más reactores de blanqueamiento. La lavadora de existencia blanqueada puede ser del tipo de vacío, presión, rotatoria o difusión y se utiliza para separar además los compuestos DQO de la fibra. El reactor de existencia blanqueada puede incluir a aquellos que se usan para la delignificación de oxígeno, clorinación, extracción alcalina, blanqueamiento de dióxido de cloruro, blanqueamiento de hipoclorito, blanqueamiento de ozono, blanqueamiento de peróxido de hidrógeno, blanqueamiento de peróxido de sodio y similares. Para aumentar la eficiencia de la remoción de DQO, la pulpa es preferentemente procesada a través de los pares múltiples de blanqueamiento y de lavadoras de existencia de blanqueamiento en serie y/o en paralelo.

En otra modalidad adicional, los productos químicos se introducen en el sedimento de la pulpa durante el proceso de lavado extensivo del paso 110 para facilitar la remoción de las impurezas DQO durante el lavado. Preferentemente, el producto(s) químico reacciona selectivamente con los componentes DQO y fracciona los componentes en fragmentos más pequeños. Los productos químicos pueden comprender oxígeno, ozono, peróxido de hidrógeno, o cualquier otros que sean capaces de reaccionar con los compuestos DQO y hacer que los compuestos sean más solubles en soluciones acuosas. Ventajosamente, la adición de estos productos químicos en el proceso de lavado extensivo del paso 110 aumenta significativamente la

eficiencia de la remoción de DQO. Más aún, el proceso de lavado extensivo del paso 110 se puede aplicar a una variedad de diferentes procesamientos de pulpa incluyendo, pero no limitado a:

- Kraft;
- Kraft-AQ;
- Soda;
- Soda-AQ;
- Kraft-Oxígeno;
- Delignificación de Oxígeno;
- Procesamiento de Pulpa con Solvente Orgánico;
- Procesamiento de Pulpa con Sulfito;
- Procesamiento de Pulpa con Explosión de Vapor; y
- Otras técnicas de procesamiento de pulpa.

Siguiendo el proceso de lavado extensivo del paso 110, la pulpa se transporta a las máquinas de pulpa para formar etapas de pulpa o rodillos en el paso 112 para hacer compuestos de cemento reforzado con fibra.

La Tabla 1 ilustra una comparación entre las propiedades de fibra de la pulpa procesada mediante el proceso de fabricación de pulpa de las modalidades preferidas y de las procesadas mediante las técnicas de lavado a temperatura regular convencional. En este ejemplo particular, la especie de madera fue predominantemente abeto Douglas (> 90%) y el procesamiento de pulpa usado fue Kraft. Para las muestras de pulpa hechas de acuerdo con el proceso preferido, se usaron seis reactores de blanqueamiento incluyendo delignificación de oxígeno y reactores de blanqueamiento de peróxido y los correspondientes sistemas de lavado en serie se usaron para procesar la pulpa después del lavado de materia prima café. Ningún producto químico se introdujo durante el proceso de lavado extensivo. El tiempo de retención total en el proceso de lavado extensivo fue de alrededor de 12 horas y la temperatura de lavado

fue de alrededor de 90°C a 98°C. con relación a las muestras de pulpa realizadas de acuerdo con las técnicas de lavado convencional, el mismo ciclo de lavado se usó con la misma retención de tiempo de 12 horas. Sin embargo, la temperatura de lavado fue entre aproximadamente 55°C a 60°C.

Tabla 1: Propiedades claves de Fibras Fabricadas con Procesos Normales y Preferidos

Esquema de Lavado	Contenido de DQO (kg/ton pulpa)	Contenido de Sodio (kg/ton pulpa)	Longitud de Media de Fibra (mm)	Resistencia de Fibra (Km.)
Temp. De Proceso Convencional (55-60°C)	5	0,49	2,73	11,76
Temperatura Elevada (90-98°C)	2,8	0,21	2,71	11,81

Como se muestra en la Tabla 1, el lavado extensivo a una temperatura elevada reduce el contenido DQO y el contenido de sodio de la pulpa en aproximadamente un 50%. Los contenidos DQO y sodio son indicadores generales de la limpieza de la pulpa o extensión de lavado. El contenido DQO se midió dispersando primero la fibra en una solución de 0,01N, mezclando la solución durante aproximadamente 10 minutos a alrededor de 3200 rpm, luego filtrando la pulpa con papel de filtro cualitativo Watman #3 para obtener el filtrado, y midiendo el contenido DQO del filtrado de acuerdo con el Método Hach 8000 (medición calorimétrica y digestión del reactor dicromático). El contenido de sodio se midió de acuerdo con el Método TAPPI T 266 om-88 (TAPPI: Technical Association of Pulp & Paper Industry, USA).

Más aún como se muestra en la Tabla 1, el proceso de lavado extensivo de la modalidad preferida no destruye las propiedades críticas de la fibra tales como longitud y resistencia de la fibra ya que los valores para estas dos propiedades permanecen sustancialmente igual para las muestras procesadas a través del proceso de lavado extensivo a temperatura elevada y aquellos procesados a través de ciclos de lavado

convencional. La longitud de fibra promedio ponderada se midió mediante FS-200 (un analizador de fibra fabricado por Valmet). La resistencia a la tracción de tramo cero (ZST) de la fibra se midió de acuerdo con el método TAPPI T231 cm-85. Ventajosamente, el procesamiento de pulpa de las modalidades preferidas se puede aplicar a la fabricación de pulpas con grado de fibrocemento y puede reducir el contenido DQO de las pulpas de fibra en aproximadamente 50% o más sin afectar adversamente las propiedades mecánicas y físicas claves. Se apreciará que el contenido DQO de la pulpa se puede reducir en aproximadamente 20% o más bajo condiciones apropiadas. Más aún, el proceso de fabricación de pulpa se puede implementar en un modo de costo efectivo usando el equipo existente y los procesos en la mayoría de las fábricas de procesamiento de fibrocemento.

Una formulación preferida del material compuesto reforzado con fibra comprende una sustancia enlozante cementosa, un árido, fibras de celulosa de baja DQO y alta pureza, modificadores de densidad, y diferentes aditivos para mejorar las diferentes propiedades del material. Se apreciará que no todos estos componentes son necesarios para formular un producto de construcción apropiado, y de este modo, en ciertas modalidades, la formulación podrá comprender simplemente una sustancia enlozante cementosa y fibras de celulosa de baja DQO. Gran parte de las modalidades que se describen en éste pueden abarcar la formulación siguiente:

- aproximadamente 10%-80% de sustancia enlozante cementosa;
- aproximadamente 20%-80% de sílice (áridos);
- aproximadamente 0%-80% de modificadores de densidad;
- aproximadamente 0%-10% de aditivos; y
- aproximadamente 0,5%-20% de fibras de celulosa de baja DQO y alta pureza o una combinación de fibras de celulosa de baja DQO y/o fibras naturales inorgánicas, y/o fibras sintéticas y/o fibras regulares de celulosa.

Una fibra de baja DQO preferentemente se refiere a una fibra que tiene un contenido DQO menor que aproximadamente 5 kg/ton, más preferentemente menor que aproximadamente 3,5 kg/ton de pulpa.

La sustancia enlozante cementosa es preferentemente cemento Portland pero también puede ser, pero no estar limitada a cemento con alta alúmina, cal, cemento con alto contenido de fosfato, y cemento de escoria de alto horno molida y granulada, o mezclas de éstos.

El árido es preferentemente arena de sílice molida pero también puede ser, pero no estar limitada a sílice amorfa, micro sílice, sílice geotermal, tierra diatomácea, cenizas volátiles y de fondo de combustión del carbón, ceniza de hollejo de arroz, escoria de alto horno, escoria granulada, escoria de acero, óxidos de mineral, hidróxidos de mineral, arcillas, magnesita o dolomita, óxidos e hidróxidos de metal, y cuentas poliméricas, o mezclas de éstos.

Los modificadores de densidad pueden ser livianos orgánicos y/o inorgánicos con una densidad menor que aproximadamente 1,5 g/cm³. Los modificadores de densidad pueden incluir plásticos, poli estireno expandido, otros polímeros espumados, de cerámica y vidrio, hidratos de silicato de calcio, micro esferas y cenizas volcánicas incluyendo perlita, pómez, shirasu, zeolitas en formas expandidas. Los modificadores de densidad pueden ser naturales o sintéticos.

Los aditivos pueden incluir, pero no estar limitados a, modificadores de viscosidad, retardador de fuego, agentes impermeables, humo de sílice, sílice geotermal, espesadores, pigmentos, colorantes, plastificador, dispersantes, agentes de conformación, floculento, facilitadores de drenaje, facilitadores de resistencia húmeda y seca, de silicona, polvo de aluminio, arcilla, caolín, trihidrato de alúmina, mica, meta caolín, carbonato de calcio, wolaestonita, y emulsión de resina polimérica, o mezclas de éstos.

Las fibras de celulosa de baja DQO y alta pureza son preferentemente fibras individualizadas, y son pulpas de celulosa sin refinar/sin fibrilar o refinada/fibrilada de

fuentes, incluyendo pero no limitado a pulpa de celulosa blanqueada, sin blanquear, semi-blanqueada producida mediante procesamiento de pulpa tales como Kraft, KraftAQ, delignificación de oxígeno, procesamiento de pulpa de solvente orgánico, procesamiento de pulpa de sulfito, procesamiento de pulpa por explosión de vapor u otras técnicas de procesamiento de pulpa. Las pulpas de celulosa pueden hacerse de madera suave, madera dura, materias primas de agricultura, papel de desecho reciclado o cualquier otra forma de lignocelulósicos.

Preferentemente, las fibras de baja DQO y alta pureza tienen una libertad de 150 a 600 grados de Canadian Standard Freeness (CSF) de acuerdo con el método TAPPI T 227 om-99. El cemento y la sílice tienen preferentemente áreas de superficie de aproximadamente 250 a 400 m²/kg y aproximadamente 300 a 450 M²/kg, respectivamente. El área de superficie para el cemento y la sílice se prueban de acuerdo con ASTM C204-96a.

Resultados de Pruebas - Propiedades Mecánicas y Físicas

Las aplicaciones de fibras de baja DQO y alta pureza en compuestos reforzados con fibra deseablemente mejoran las propiedades mecánicas y físicas del producto final de construcción. Los productos de fibrocemento que usan fibras de celulosa de baja DQO y alta pureza tienen propiedades mecánicas y físicas mejoradas.

Tabla 2: Propiedades Mecánicas Claves de Compuestos de Fibrocemento que Usan

Especímen de Compuesto Fibrocemento	Contenido de DQO en Pulpa Secada al Horno (kg/ton pulpa)	Contenido de DQO en Lechada de Pulpa al 4% (mg/L)	Módulo de Ruptura (MOR) (Mpa)	Módulo de Elasticidad (MOE) (Gpaq)	Fatiga de Ruptura (um/m)	Tenacidad (J/m ³)
A	5	63	6,16	2,29	6003	4,58
B	2,8	37	8,89	3,36	9304	6,43

La Tabla 2 anterior provee una comparación ilustrativa de diferentes propiedades mecánicas y físicas de productos de fibrocemento hechos con formulaciones que incorporan fibras de baja DQO hechas de acuerdo con las modalidades preferidas y aquellos que usan fibras de celulosa convencional. Las muestras prototipo de fibrocemento se producen basadas en dos formulaciones equivalentes (A y B). Una formulación equivalente se define en éste como aquella en que las fibras de baja DQO preferidas son desplazadas por un porcentaje equivalente de fibras de celulosa convencional. Cada una de las formulaciones A y B comprende aproximadamente 35% de cemento Portland, aproximadamente 55% de sílice y aproximadamente 10% de fibras. La formulación A contiene fibras de alta DQO mientras que la formulación B incorpora fibras de baja DQO. Otras propiedades claves para las fibras fueron las mismas para ambas formulaciones: longitud de fibra, aproximadamente 2,58 mm; número Kappa, aproximadamente 26; y libertad, aproximadamente 472 CSF. El Kappa y la libertad se midieron de acuerdo con el método TAPPI T236 y T 227 om-99, respectivamente. Ambas fibras se hicieron de especies de madera predominantemente abeto Douglas (>90%) mediante el proceso Kraft. Las fibras primero se refinaron a la libertad pre-determinada a un 4% de consistencia, mezcladas con otros ingredientes y se formaron en artículos. Luego los artículos se pre-curaron a temperatura ambiente durante 12 horas y luego se pusieron en autoclave durante 12 horas a 180°C. Todas las propiedades mecánicas se probaron bajo condiciones de humedad de acuerdo con el ASTM (American Standard Test Method) CI 185-98a titulado "Standard Test Methods of Sampling and Testing Non-Asbestos Fibra-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles, and Clapboards."

La Tabla 2 muestra que la incorporación de fibras de baja DQO en la matriz de fibrocemento puede mejorar significativamente las propiedades físicas y mecánicas de los compuestos de fibrocemento según comparados con mutras hechas con una formulación equivalente que no contiene fibras de baja DQO. Por ejemplo, las fibras de baja DQO mejoran el modulo de ruptura (MOR) en aproximadamente 44%, la

elasticidad de módulo (MOE) en aproximadamente 46%, la tensión final en aproximadamente 54%, y la resistencia en aproximadamente 40%.

Se podrá apreciar que variando el lavado y/u otras condiciones de proceso, y en consecuencia bajando el contenido DQO en las fibras, el mejoramiento en estas y otras propiedades se pueden controlar selectivamente. De este modo, en una modalidad, las fibras de baja DQO pueden mejorar el MOR en aproximadamente 10% o más, más preferentemente en aproximadamente 20% o más, según comparada con una formulación equivalente hecha con alta DQO (es decir, igual o superior que 5 kg/ton de pulpa). Similarmente, las fibras de baja DQO pueden mejorar el MOE en aproximadamente 10% o más, más preferentemente en aproximadamente 20% o más. Las fibras de baja DQO también pueden mejorar la tensión final en aproximadamente 10% o más, más preferentemente en aproximadamente 20% o más. Las fibras de baja DQO también pueden mejorar la resistencia del material compuesto de construcción en aproximadamente 10% o más, más preferentemente en aproximadamente 20% o más.

Debido a la alta eficiencia de refuerzo de las fibras de baja DQO, una cantidad menor de fibras de baja DQO y alta pureza se pueden requerir para lograr la misma eficiencia de reforzamiento, comparada con fibras normales. Se puede apreciar que las ventajas de incorporar fibras de baja DQO y alta pureza en los compuestos de fibrocemento pueden no estar limitados a las formulaciones y propiedades anteriores.

Un método preferido de fabricación de un material de construcción compuesto reforzado con fibra que incorpora fibras de baja DQO descritos en éste anteriormente generalmente comprende los siguientes pasos:

- preparación de fibras de celulosa que contienen componentes de baja DQO y otras impurezas;
- dispersión de las fibras de baja DQO y alta pureza a una consistencia pre-seleccionada;
- fibrilación de las fibras de baja DQO y alta pureza a un rango de libertad pre-seleccionada;

- mezcla de las fibras de baja DQO y alta pureza con ingredientes para formar una mezcla de fibrocemento de acuerdo con las formulaciones preferidas;
- fabricación/formación de la mezcla de fibrocemento en un artículo de fibrocemento de forma y tamaño pre-seleccionado; y
- cura del artículo de fibrocemento para formar el material de construcción compuesto reforzado con fibra.

Preferentemente, el paso de la mezcla de fibras de baja DQO y alta pureza con otros ingredientes para formar una mezcla de fibrocemento comprende la mezcla de fibras de baja DQO y alta pureza con materiales no celulosos tales como sustancia enlozante hidráulica, áridos, modificadores de densidad, y aditivos de acuerdo con las formulaciones preferidas de esta invención. En algunas modalidades, las fibras de baja DQO y alta pureza también pueden mezclarse con pulpa de celulosa normal con altos contenidos de DQO, fibras inorgánicas naturales y fibras sintéticas.

La Figura 2 ilustra un proceso de fabricación preferido 200 de un material compuesto cementoso reforzado con fibra que incorpora fibra de celulosa de baja DQO y alta pureza. Como se muestra en la Figura 2, el proceso comienza con el paso 202 en el que sustancialmente todas las impurezas en las fibras de celulosa se han quitado de acuerdo con los métodos descritos en éste anteriormente. Las fibras de baja DQO y alta pureza son procesadas a continuación en el paso 204. El paso 204 de procesamiento de fibra involucra típicamente la dispersión y fibrilación de la fibra. En una modalidad, las fibras se dispersan con una consistencia de aproximadamente 1% a 6% en una máquina hidráulica de pulpa, que también imparte alguna fibrilación. Se puede conseguir fibrilación adicional usando un refinador o una serie de refinadores. Una vez dispersadas, las fibras luego se fibrilan en un rango de aproximadamente 100 a 750 grados de CSF (Canadian Standard Freeness), más preferentemente entre aproximadamente 180 a 600 grados de CSF. La dispersión y fibrilación también pueden conseguirse mediante otras técnicas tales como trituración de martillo, desescamación, trituración, y similares. Más aún, el uso de las fibras sin fibrilación es

también aceptado para algunos productos y procesos. La mayoría de los residuos de impurezas DQO en la fibra serán liberados en el agua de proceso en este paso.

Como muestra la Figura 2, en el paso 206, las pulpas de celulosa de baja DQO procesadas se mezclan proporcionalmente con otros ingredientes para formar una mezcla acuífera, sedimento, o pasta. En una modalidad, las fibras de celulosa de baja DQO y alta pureza se mezclan con cemento, sílice, un modificador de densidad y otros aditivos en un proceso de mezcla bien conocido para formar un sedimento o pasta. Las fibras sintéticas e inorgánicas naturales se pueden mezclar en el mezclador con las fibras de baja DQO. El proceso 200 sigue al paso 208 en el que la mezcla puede formarse en un artículo con forma "verde" o no curado cuando una gran cantidad de manufactura convencional que pudiera ser conocida para un experto en el arte, tales como:

- Proceso de lamina Hatschek,
- Proceso de tubo Mazza;
- Proceso Magnani;
- Modelado de Inyección;
- Extrusión;
- Acumulación Manual;
- Modelado;
- Fundición;
- Prensado de Filtro;
- Formación Fourdrinier;
- Formación Multi-cable;
- Formación de Intervalo de Hoja;
- Formación de Intervalo de Hoja/Rodillo;
- Formación Bel-Roll; y
- Otros.

Estos procesos pueden también incluir una operación de prensado o repujado después de formar el artículo. Más preferentemente no se usa prensado. Los pasos de procesamiento y parámetros usados para lograr el producto final usando un proceso Hatschek son similares a lo que se describe en la Patente Australiana No. 515151.

Después de paso 208, el artículo con forma "verde" o no curado se cura en el paso 210. El artículo es preferentemente pre-curado hasta 80 horas, más preferentemente 24 horas o menos. Luego el artículo es curado al aire por aproximadamente 30 días. Más preferentemente, el artículo pre-curado es puesto en auto clave a una temperatura y presión elevada en un ambiente saturado de vapor a aproximadamente 60 a 200°C durante aproximadamente 3 a 30 horas, más preferentemente aproximadamente 24 horas o menos. El tiempo y temperatura escogidos para los procesos de pre-curado y curado dependen de la formulación, el proceso de manufactura, los parámetros de proceso, y la forma final del producto.

La Figura 3 muestra los efectos de los contenidos DQO en la pulpa sobre la cantidad de contaminantes liberados en el agua de proceso y en el módulo de ruptura (MOR) del material compuesto de cemento reforzado con fibra. Como se ilustra en la Figura 3, las fibras de baja DQO se agregaron a la marca del día 0, y en una prueba de 30 días, el DQO promedio en el agua de proceso y el MOR permanecieron más bien constantes. A los 30 días se agregaron fibras normales a la mezcla, dando como resultado un aumento en la contaminación del agua de proceso o una gran cantidad de DQO liberada en el agua de proceso, y una disminución del módulo de ruptura (MOR) del producto de cemento final (medido después del paso de curación 210). En particular, el DQO promedio en el agua de proceso es aproximadamente 50 mg/L cuando se usan fibras de baja DQO, mientras que el DQO promedio en el agua de proceso puede alcanzar hasta aproximadamente 115 mg/L dentro de las semanas de prueba experimental después de agregar fibras normales. Por lo tanto, el uso de fibras de baja DQO reduce la cantidad de DQO en el agua de proceso en aproximadamente 50% comparada con el uso de fibras normales que no son tratadas como se describió

anteriormente. Se apreciará, sin embargo, que una reducción en el contenido DQO en el agua de proceso de aproximadamente 10% o más será significativa para mejorar las propiedades de los compuestos de fibrocemento, y para reducir el uso de agua potable en el proceso de manufactura.

La pulpa de baja DQO usada en el ejemplo que se muestra en la Figura 3 se hizo usando la técnica de lavado extensivo descrita en las modalidades anteriores. La libertad de la pulpa fue aproximadamente de 400 CSF. El material de fibrocemento se fabricó mediante un proceso Hatschek y técnica de curación de auto clave. El material de fibrocemento hecho con pulpa de alta DQO se basa en una formulación equivalente, en la que la pulpa de baja DQO es desplazada por una cantidad igual de pulpa de fibra normal. La formulación de los compuestos de fibrocemento en este ejemplo contenían:

- aproximadamente 8% de pulpa de fibra;
- aproximadamente 35% de cemento Portland; y
- aproximadamente 57% de sílice molido.

Las modalidades preferidas proveen una técnica para quitar componente/impurezas DQO de las pulpas de celulosa en la manufactura de pulpas con grado de fibrocemento. Específicamente, las modalidades preferidas describen la implementación de un proceso de lavado extensivo adicional en el ciclo de procesamiento de pulpa, preferentemente después del digestor, y durante o después del sistema de lavadoras de materia prima café. Una modalidad de esta invención utiliza el equipo existente disponible en las plantas de blanqueamiento en la mayoría de las plantas de celulosa de fibrocemento para llevar a cabo un lavado extensivo de pulpa a contra flujo a una temperatura normal o elevada. Preferentemente, las torres de blanqueamiento múltiple, que son típicamente una serie de reactores de flujo de conector continuo, se utilizan para enjuagar las pulpas y difundir el DQO y otras impurezas fuera de las paredes de las celdas de celulosa a una solución a granel. Las lavadoras en las plantas de blanqueamiento quitan posteriormente el DQO y otras impurezas mediante el desagüe de la pulpa y transfiriendo los componentes no

deseados al agua de desecho. Ventajosamente, la técnica de las modalidades preferidas es capaz de geperar pulpas con contenidos de baja DQO y alta pureza mientras que mantienen la resistencia de la fibra, longitudes de fibra, y otras propiedades de fibra clave que son importantes para la manufactura de compuestos de cemento reforzado con fibra. Más aún, la técnica es simple de incrementar y no requiere la adición de productos químicos en algunas modalidades. La técnica puede reducir el contenido DQO de la pulpa en aproximadamente 20% a 80%. La incorporación de fibras de baja DQO en el material compuesto de fibrocemento de acuerdo con las formulaciones y método de manufactura de la presente invención mejora diferentes propiedades físicas y mecánicas del producto final, y reduce el uso de agua potable en el proceso de manufactura.

Aun cuando la descripción previa de la modalidad preferida de la presente invención ha mostrado, descrito y destacado las características fundamentales de novedad de la invención, se entenderá que las diferentes omisiones, sustituciones, y cambios en la forma del detalle del aparato según se ilustra así como los usos de éste, podrán hacerse por aquellos expertos en el arte, sin alejarse del espíritu de la invención. Consecuentemente, el alcance de la invención no debe limitarse a las discusiones precedentes si no debe definirse oor las reivindicaciones que se anexan.

REIVINDICACIONES

1. Un método para reducir impurezas en fibras de celulosa para fabricar compuestos de cemento reforzado con fibra, CARACTERIZADO porque comprende: procesar las fibras en una solución acuosa durante un tiempo de retención predeterminado, en donde la temperatura de la solución es mayor que aproximadamente 65°C y agitar la solución para facilitar la difusión de impurezas de los poros y lúmenes de las fibras para formar una fibra de celulosa de baja DQO, con un contenido de DQO de menos de aproximadamente 5 kg/tonelada de pulpa secada al horno.
2. El método de la Reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el procesamiento de fibras en la solución acuosa comprende sumergir y lavar las fibras a contra flujo.
3. El método de la Reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la temperatura de la solución es entre aproximadamente 65°C y 120°C.
4. El método de la Reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el tiempo de retención es entre aproximadamente 1 a 36 horas.
5. El método de la Reivindicación 2, CARACTERIZADO porque el procesamiento de las fibras comprende sumergir las fibras en una serie sistemas de lavado.
6. El método de la Reivindicación 5, CARACTERIZADO porque el procesamiento de las fibras comprende sumergir las fibras durante aproximadamente 30 minutos a 2 horas en cada una de las series de sistemas de lavado.
7. El método de la Reivindicación 5, CARACTERIZADO porque procesamiento las fibras comprende sumergir las fibras en hasta seis reactores.
8. El método de la Reivindicación 7, CARACTERIZADO porque los reactores son torres de blanqueamiento.

9. El método de la Reivindicación 5, CARACTERIZADO porque el procesamiento de las fibras comprende sumergir las fibras en una serie de reactores de blanqueamiento de flujo de conector continuo.
10. El método de la Reivindicación 5, CARACTERIZADO porque el procesamiento de las fibras comprende sumergir las fibras en un reactor de blanqueamiento y luego sumergir las fibras en una lavadora de existencia blanqueada.
11. El método de la Reivindicación 1, CARACTERIZADO porque procesamiento de las fibras comprende el procesamiento de las fibras en sistemas de lavado seleccionados del grupo compuesto por lavadoras, estanques de almacenamiento, reactores, mezcladoras, agitadores, bombas, centrífugas, y prensas de filtro.
12. El método de la Reivindicación 1, CARACTERIZADO porque procesamiento de las fibras comprende el procesamiento de las fibras en sistemas de lavado seleccionados del grupo compuesto por reactores de blanqueamiento, lavadoras de existencia blanqueada, bombas de transporte de pulpa, tornillos sin fin de dispersión/difusión de pulpa, mezcladores y agitadores de existencia, torres de almacenamiento de existencia blanqueada y apiladores de existencia blanqueada.
13. El método de la Reivindicación 1, CARACTERIZADO porque las impurezas comprenden compuestos DQO.
14. El método de la Reivindicación 13, CARACTERIZADO porque el procesamiento de las fibras comprende introducir al menos un producto químico a la solución, en donde el producto químico reacciona con los compuestos DQO y causa que los compuestos lleguen a ser más solubles en la solución acuosa.
15. El método de la Reivindicación 14, CARACTERIZADO porque los productos químicos se seleccionan del grupo compuesto por productos químicos que comprenden oxígeno, ozono, y peróxido de hidrógeno, y mezclas de éstos.
16. El método de la Reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el procesamiento de las fibras comprende mantener las fibras a una consistencia de pulpa de aproximadamente 1% a 35% en la solución acuosa.

17. El método de la Reivindicación 1, CARACTERIZADO porque además comprende lavar las fibras en un sistema de lavadoras de materia prima café antes del procesamiento de las fibras.

18. El método de la Reivindicación 17, CARACTERIZADO porque el lavado de las fibras en un sistema de lavadoras de materia prima café comprende lavar las fibras a una temperatura mayor a aproximadamente 65°C.

19. El método de la Reivindicación 18, CARACTERIZADO porque el lavado de las fibras en el sistema de lavadoras de materia prima café quita una gran cantidad de impurezas de las fibras.

20. Un procesamiento de pulpa, CARACTERIZADO porque comprende: proveer una sustancia de fibra delignificada; convirtiendo la sustancia de fibra delignificada en pulpas de fibra; lavar las pulpas a temperaturas elevadas superiores a aproximadamente 65°C para quitar una gran cantidad de componente DQO de las pulpas; y el procesamiento de las pulpas en ciclos de lavado adicional para quitar sustancialmente todo el resto de impurezas DQO.

21. El procesamiento de pulpa de la Reivindicación 20, CARACTERIZADO porque el procesamiento de las pulpas en ciclos de lavado adicional comprende sumergir las pulpas en agua de contra flujo a temperaturas elevadas mayores a aproximadamente 65°C durante un tiempo de retención predeterminado.

22. El procesamiento de pulpa de la Reivindicación 20, CARACTERIZADO porque provee una sustancia de fibra delignificada seleccionada del grupo compuesto por madera suave, madera dura, materias primas de agricultura, y materia prima lignocelulósica.

23. El procesamiento de pulpa de la Reivindicación 20, CARACTERIZADO porque el procesamiento de las pulpas en ciclos de lavado adicional comprende agregar una sustancia química que reacciona con los compuestos DQO en las pulpas y causa que estos compuestos lleguen a ser más solubles en soluciones acuosas.

24. Un material de construcción compuesto que incorpora fibras de refuerzo, CARACTERIZADO porque al menos una porción de las fibras tiene un contenido DQO menor que aproximadamente 5 kg/ton.

25. El material de construcción compuesto de la Reivindicación 24, CARACTERIZADO porque además comprende una matriz cementosa.

26. El material de construcción compuesto de la Reivindicación 25, CARACTERIZADO porque la matriz cementosa que incorpora las fibras de celulosa individualizadas se pone en autoclave.

27. El material de construcción compuesto de la Reivindicación 24, CARACTERIZADO porque las fibras de refuerzo son fibras de celulosa hechas de pulpas de celulosa de lignocelulósicos mediante un procesamiento de pulpa.

28. El material de construcción compuesto de la Reivindicación 24, CARACTERIZADO porque además comprende un árido.

29. El material de construcción compuesto de la Reivindicación 28, CARACTERIZADO porque el árido es sílice molido.

30. El material de construcción compuesto de la Reivindicación 24, CARACTERIZADO porque además comprende uno o más modificadores de densidad.

31. El material de construcción compuesto de la Reivindicación 24, CARACTERIZADO porque además comprende uno o más aditivos.

32. Una formulación de material que se usa para formar un material de construcción compuesto, CARACTERIZADA porque comprende: a sustancia aglutinante cementosa; un árido; uno o más modificadores de densidad; uno o más aditivos; y fibras de celulosa, en donde al menos una porción de las fibras comprende fibras de baja DQO, en donde las fibras de baja DQO tienen un contenido DQO de aproximadamente menos de 5 kg/ton de pulpa secada en horno, y en donde las fibras de baja DQO tienen un contenido de aproximadamente menos de 5 kg/ton mejoran el módulo de ruptura, mejoran el módulo de elasticidad, mejoran la tensión final, reducen

la cantidad de DQO liberado para procesar agua, mejoran las propiedades mecánicas, físicas y de resistencia de los compuestos de cemento reforzado con fibra.

33. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque la sustancia aglutinante cementosa se selecciona del grupo compuesto por cemento Portland, cemento con alta alúmina, cal, cemento con alto contenido de fosfato, y cemento de escoria de alto horno molida y granulada, o mezclas de éstos.

34. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque el árido se selecciona del grupo compuesto por sílice molido, sílice amorfa, micro sílice, tierra diatomácea, cenizas volátiles y de fondo de combustión del carbón, ceniza de hollejo de arroz, escoria de alto horno, escoria granulada, escoria de acero, óxidos de mineral, hidróxidos de mineral, arcillas, magnesita o dolomita, óxidos e hidróxidos de metal, y cuentas poliméricas, o mezclas de éstos.

35. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque el modificador de densidad se selecciona del grupo compuesto por plásticos, poli estireno expandido, de cerámica y vidrio, hidratos de silicato de calcio, micro esferas y cenizas volcánicas incluyendo perlita, pómez, basalto shirasu y ceolitas en formas expandidas, y mezclas de éstos.

36. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque además comprende fibras adicionales seleccionadas del grupo compuesto por fibras naturales inorgánicas, fibras polímeras sintéticas, fibras normales de celulosa y mezclas de éstas.

37. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque las fibras de baja DQO son fibriladas a una libertad de aproximadamente 150 a 750 grados de la Canadian Standard Freeness.

38. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa son fibras de celulosa de baja DQO de aproximadamente 2%-20% de la formulación en peso.

39. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque comprende aproximadamente 10%-80% de cemento en peso.
40. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque comprende aproximadamente 20%-80% de sílice en peso.
41. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque comprende aproximadamente hasta 50% modificadores livianos de densidad en peso.
42. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque comprende aproximadamente hasta 10% de aditivos en peso.
43. La formulación de la Reivindicación 32, CARACTERIZADA porque las fibras de baja DQO mejoran el módulo de ruptura del material compuesto de fibrocemento en aproximadamente más de un 10%, comparado con el material compuesto de fibrocemento hecho con una formulación equivalente que contiene fibras con contenido DQO aproximadamente mayor que 5 kg/ton.
44. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque las fibras son fibras de celulosa individualizadas.
45. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque la preparación de fibras de baja impureza comprende el lavado contra flujo de las fibras anteriormente en una solución de aproximadamente 65°C.
46. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque la preparación de fibras de baja impureza comprende además agregar una sustancia química a la solución de lavado, en donde la sustancia química reacciona con el componente DQO en la fibra y causa que el componente DQO sea más soluble en soluciones acuosas.
47. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque las fibras tienen un contenido DQO de menos de 5 kg/ton de pulpa secada en horno.
48. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque además comprende la dispersión de las fibras con una consistencia preseleccionada y la fibrilación de las fibras a un rango de libertad preseleccionado.

49. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque además comprende la dispersión de las fibras con una consistencia de un 1 % a un 6%.
50. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque además comprende la fibrilación de las fibras de baja DQO a una libertad de 150 a 750 grados de Canadian Standard Freeness.
51. El método de la Reivindicación 50, CARACTERIZADO porque la fibrilación de las fibras comprende el uso del equipo seleccionado del grupo compuesto por máquinas hidráulicas de procesamiento de pulpa, refinadores, trituradoras de martillo, trituradoras de bola, y desescamadoras.
52. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque además comprende mezclar las fibras con un árido, un modificador de densidad y aditivos.
53. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque la formación de artículo de fibrocemento comprende formar el artículo usando un proceso seleccionado del grupo compuesto por un proceso de lamina Hatschek, un proceso de tubo Mazza, un proceso Magnani, un modelado de inyección, extrusión, acumulación manual, modelado, fundición, prensado de filtro, formación Fourdrinier, formación multicable, formación de intervalo de hoja, formación de intervalo de hoja/rodillo, formación Bel-Roll, y combinaciones de éstos.
54. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque la formación del artículo de fibrocemento comprende además prensado, repujado del artículo formado de fibrocemento, y otros procesos de post formación.
55. El método de la Reivindicación 43, CARACTERIZADO porque el curado del artículo de fibrocemento comprende pre-curado y curado.
56. El método de la Reivindicación 55 CARACTERIZADO porque el artículo de fibrocemento se pre-cura hasta 80 horas a temperatura ambiente.
57. El método de la Reivindicación 55, CARACTERIZADO porque el artículo de fibrocemento se pre-cura hasta 24 horas a temperatura ambiente.

58. El método de la Reivindicación 55, CARACTERIZADO porque el artículo de fibrocemento se cura en un autoclave.

59. El método de la Reivindicación 58, CARACTERIZADO porque el artículo de fibrocemento se pone en un autoclave a temperatura y presión elevadas aproximadamente de 60 a 200°C durante aproximadamente de 3 a 30 horas.

60. El método de la Reivindicación 59, CARACTERIZADO porque el artículo de fibrocemento se pone en autoclave a una temperatura y presión elevadas aproximadamente de 60 a 200% durante aproximadamente 24 horas o menos.

61. El método de la Reivindicación 58, CARACTERIZADO porque el curado del artículo de fibrocemento comprende un curado de aire de hasta 30 días.

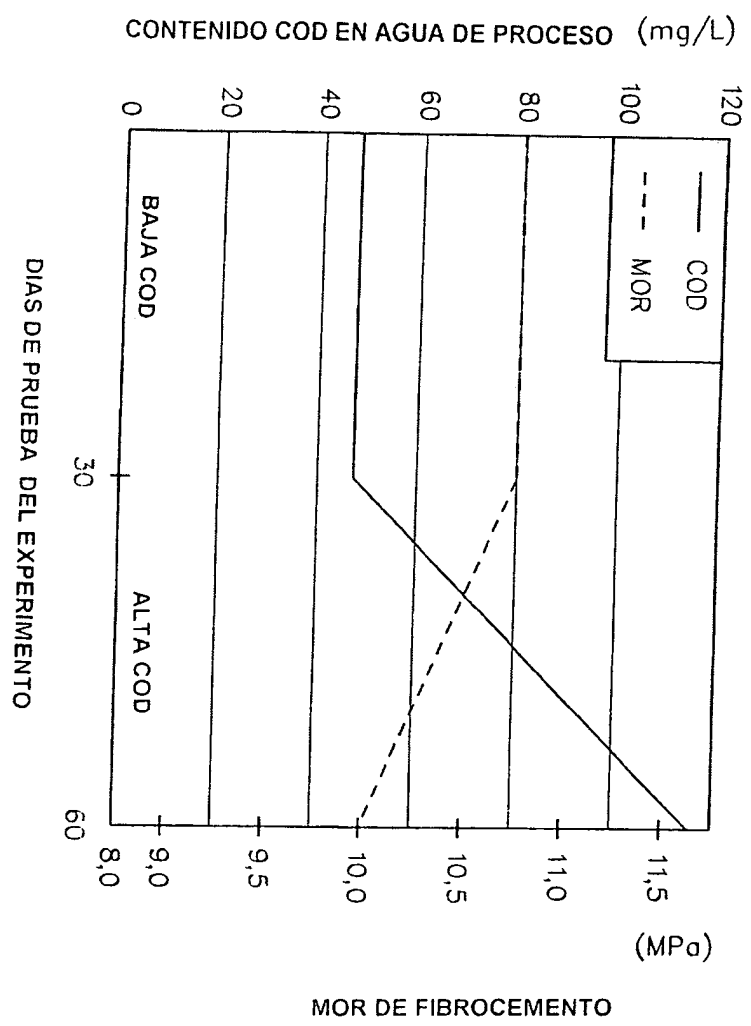


FIGURA 3